

## A hagyományost kiegészítő kvantitatív talajeróziós térképezés

KERÉNYI ATTILA

Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen

Dolgozatomban a talajeróziós térképezés hagyományos és újszerű módszereit mutatom be, elemezve ezek funkcióit, előnyeit és korlátait. Bizonyítani kívánom, hogy a kvantitatív szemlélettel készített talajeróziós térkép adatbázisa számítógépes feldolgozásra is alkalmas, és a matematikai értékelés alapot nyújt az eróziót kiváltó és befolyásoló tényezők jelentőségének objektív megítéléséhez.

A térképek a Bodrogkeresztúri-félmédencéről készültek, amely Tokaj-Hegyalján Bodrogkeresztúr községtől északra terül el.

### *1. A hagyományos talajeróziós térképezés alapelvei*

Az Agrokémiai Kutató Intézet munkatársai 1951—1959 között elvégezték az ország eróziós térképének felvételi munkáit, majd 1964-ben nyomtatásban is megjelent Magyarország talajpusztulásának térképe a hozzá tartozó magyarázóval [9].

A felvételezési munkák részeredményeiről számoltak be többek között MATTYASOVSKY [5], STEFANOVITS [8] és DUCK [3]. A térképezéssel kapcsolatos módszerekről és alapelvekről STEFANOVITS [9] írt szintetizáló munkát, amelyben a következőképpen fogalmazza meg a legáltalánosabb irányelveket: „A térképezés folyamán három eróziós fokozatot különböztettünk meg. Az egyes szelvények elbírálásánál az összehasonlítási alapot a területre jellemző nem erodált talajszelvény képezte. Ennek vastagságához viszonyítottuk a vizsgált talajszelvényt, és különböztettünk meg gyengén, közepesen és erősen erodált talajszelvényeket, ...”. Máshol [11] a talajtípusokra vonatkozóan a következőket írja: „Egy talajtípuson belül is csak ugyanabban a tájban vagy szűkebb környékén található szelvényekkel vethetjük össze a vizsgálandó szelvényeket.”

A három eróziós fokozatot a térképszerkesztők a következők szerint különböztették meg:

*gyengén erodált szelvény esetén a talajszinteknek legalább 70%-a maradt meg, közepesen erodált a szelvény, ha az eredeti talaj 70—30% közötti vastagsága maradt meg,*  
*erősen erodált az a talaj, melyben a talajszintek eredeti vastagságának 30%-nál kisebb része maradt meg.*

Előfordul — különösen kisebb területek eróziós térképezésekor — fentiekől eltérő határértékek alkalmazása is [1], de a STEFANOVITS által megfogalmazott leglényesebb alapelvek általánosan elfogadottak. Ezekhez tartozik a talajfejlődés alapelveinek figyelembevétele is, amelyek egyes típusok erodáltsági fokának megállapításánál elengedhetetlenek. A genetikus talajtérkép eróziós és talajvédelmi célokra való felhasználásáról SZÜCS [12], STEFANOVITS [10], GÓCZÁN [2] írtak részletesebben. SALAMIN és WINTER [7] tanulmányukban az eróziós térképezés újabb törekvéseiről számolnak be. Elsősorban a talajerózió okainak értelmezéséhez felhasználható segédterképek (lejtőkategória, reliefenergia stb.) különböző típusait elemzik, valamint bemutatják a lineáris eróziós formák ábrázolásának módszereit.

Valamennyi idézett térkép az évszázadok óta tartó gyorsított eróziós folyamat eddigi *eredményét*, a talajok erodáltságának jelenlegi *állapotát* ábrázolja.

STEFANOVITS [9] részletesen elemzi a talajeróziós térképezés szükségszerű hibáit, és útmutatást ad ezek minimumra való csökkentéséhez is.

Az ország eróziós térképének felvételezésekor alkalmazott elvek és módszerek szerint készítettem el a Bodrogkeresztúri-félmedence talajeróziós térképét (1. ábra) mintegy 170 ázott talajszelvény és 360 fúrás adatainak felhasználásával. (Méretarány 1 : 10 000.)

## 2. A kutatási terület talajeróziós térképe

A talajeróziós térkép elkészítésénél 70 és 30%-os határértékek alapján három eróziós fokozatot állapítottam meg, valamint feltüntettem a nem erodált talajokat és az akkumulációs területeket.

A nem erodált „etalon”-szelvények agyagbemosódásos barna erdőtalaj, ill. Ramann-féle barna erdőtalaj típusba tartoztak, amelyek a félmedence uralkodó talajai (2. ábra). A- és B-szintjük együttes vastagsága 100 cm.

A talajképződési folyamatok helyi jellegzetességei szükségessé teszik, hogy az erodáltság fokának megállapításához és a talajeróziós térkép értelmezéséhez néhány megjegyzést fűzzek.

Az erodáltság mértékének megállapításakor a köves, sziklás váztalajok esetén a periglaciális kötőrétegen kialakult felső, összefüggő humuszos talajszint vastagságát vettem figyelembe, amely sosem haladta meg a 10 cm-t, így ez a talajtípus mindig az „erősen erodált” kategóriába került.

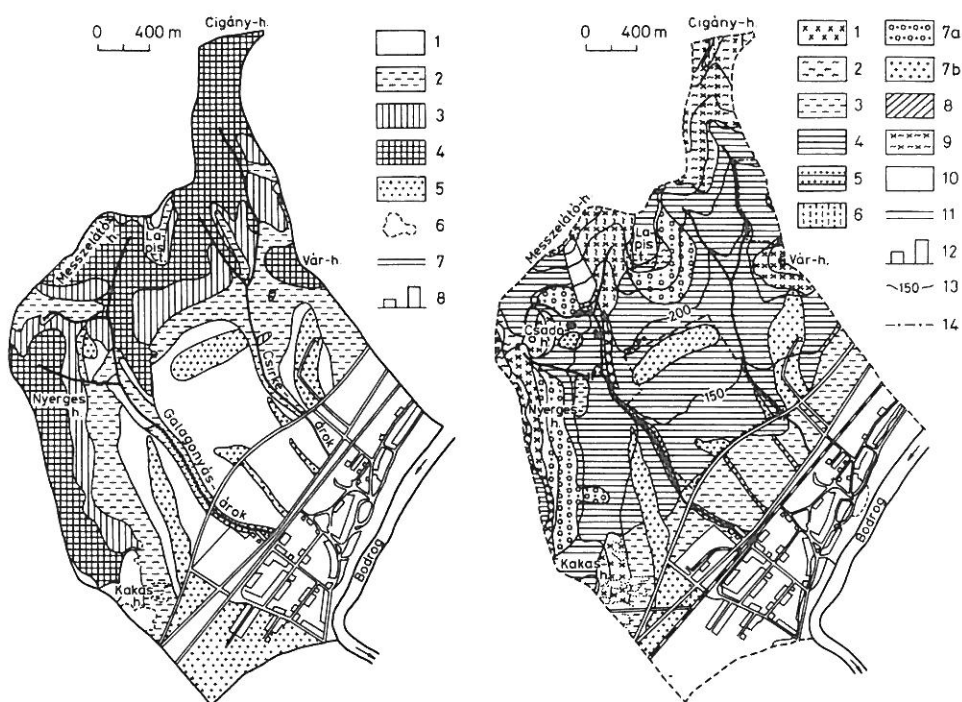
A mintaterületen viszonylag meredek lejtőkön (10—15%) található lejtőhordalék-talaj változatok sekélyebb termőrétegűek, mint a kifejezetten csak akkumulációval kialakult lejtőhordalék-talajok [4], és a lejtő meredeksége miatt szelvényük erodálódhatott is. Az ilyen sekély termőrétegű lejtőhordalék-talajok erodáltságának mértékét a talajszelvény összvastagsága alapján ítéltam meg. Amennyiben ez 1 m-nél vékonyabb volt, a gyengén erodált talajok kategóriájába soroltam, 70 cm-nél vékonyabb termőréteg esetén pedig a közepes erózió kategóriájába került. Erősen erodált lejtőhordalék-talajt nem lehet kimutatni, mivel a termőréteg nagymértékű elvékonyodásával megszűnik a lejtőhordalék-talaj képződésének alapvető feltétele, a különböző tulajdonságú rétegek egymásra települése.

Erős erózió nál általában egyetlen csonka talajszint maradt meg, amelyről legtöbb esetben legfeljebb a környezetében található talajtípus alapján valószínűsíthető, hogy milyen talaj lehetett.

Az akkumuláció kategóriáját a *recens talajok* szintjeinek vastagsága alapján állapítottam meg. Amennyiben a szintek együttes vastagsága az 1,1 m-t meghaladta, a szelvény az akkumuláció kategóriájába került. Az akkumulációs területek határa kevés kivétellel jól egyezik a vastag termőrétegű lejtőhordalék-talajok határával.

Az eróziós térkép értelmezéséhez néhány olyan jelenséget is szükségesnek tartok leírni, amely a térképről nem olvasható le — részben az ábrázolhatóság határa alatt maradt, részben pedig az eróziós kategóriákon belüli változásokról van szó —, ugyanakkor ezek a jelenségek az egész Tokaj-Hegyaljára jellemzők.

Elsősorban a Vár-hegy déli lejtőjén fordulnak elő régi, kezdetleges építésű teraszok. Ma már legtöbbjükön csak parlag található. Erodáltság szempontjából az



1. ábra

A Bodrogkeresztúri-félmedence talajeróziós térképe. 1: nem erodált talajok; 2: gyengén erodált talajok; 3: közepesen erodált talajok; 4: erősen erodált talajok; 5: felhalmozódás; 6: bánya; 7: országút; 8: beépített terület

2. ábra

A Bodrogkeresztúri-félmedence talajtérképe. 1: köves, sziklás váztalaj; 2: mullranker; 3: barnaföld; 4: agyagbemosódásos barna erdőtalaj; 5: pszeudoglejes barna erdőtalaj; 6: savanyú, nem podzolos barna erdőtalaj; 7: lejtőhordaléktalaj, a) vékony vagy közepes termőréteggel, b) vastag termőréteggel; 8: öntéstalaj; 9: köves sziklás váztalaj és mullranker váltakozó előfordulása; 10: mesterségesen ráhordott talaj; 11: országút; 12: beépített terület; 13: szintvonal; 14: nagyzemileg rigolírozott terület határa (1979-es állapot)

ilyen parcellákat sajátosan kell megítélni: támfal alatti szakaszuk ugyanis legtöbbször erősen erodált (a riolittufa néhol a felszínre kerül), a terasz támfalánál gyengén erodált vagy normális vastagságú talaj található, sőt több esetben 100 cm-nél vastagabb talaj is előfordul.

Ehhez hasonló jelenséget lehet megfigyelni a félmedence más helyein a parcellahatárokat képező „kő-grádok” vagy a füvel borított áteraszok esetében is. A parcellákban belül az erősebb erózió fokozata (a felső végén) és a gyengébb erózió fokozat (a parcella alsó végén) csak néhány m-es távolságra terjed, így ez is a térképi ábrázolhatóság határa alatt marad. Ilyen esetekben a térképen a parcellára jellemző uralkodó erózió fokozat szerepel, teraszok esetében pedig (mivel ezek igen kis területen találhatók) a környezetben hasonló lejtőszögnél található talajok erodáltságának mértékét ábrázoltam.

Speciális viszonyokkal találkozunk a Messzelátó-hegy déli lejtőjén. Bár túlnyomórészt azonos erózió kategóriába tartoznak a talajok, a helyszíni felvételezés-kor megállapítottam, hogy a szőlőterületen vastagabb a talajréteg, mint a mellette levő, satnya erdőben. Erre az anomáliára a szőlőművelés történetének felderítése adott magyarázatot. A Messzelátó-hegyen több száz éves műltre tekint vissza a szőlőművelés, mivel a terület egyik legkedvezőbb expozíciójű lejtője található itt. Megfelelő talajvédelem hiányában a talaj századunk elejére a C-szintig lepusztult. Annak érdekében, hogy a művelést tovább tudják folytatni, a termőföldet visszahordták a lejtőre. Így az intenzívebb erózió ellenére a talaj még ma is vastagabb, mint a vele egy magasságban elterülő erdőben. A lejtő talajának további pusztulása ma már erősen lelassult, mivel jelenleg nem művelik, és a sűrű, magas gyomvegetáció jól védi a további pusztulástól. A talajtérképén ezt a területet „mesterségesen ráhordott talaj” elnevezéssel jelöltem (2. ábra).

Természetes eredetű eróziós anomáliát több helyen találtam a mintaterületen. (Eróziós anomáliának nevezem azt az esetet, amikor meredekebb lejtőn vastagabb talajt találunk mint az enyhébben.) A Vár-hegyen és a Nyerges-hegyen nem ritka eset, hogy a lejtőt borító üledékek kivastagodásának helyén vastagabb talajréteget tártunk fel, mint az e fölért és ez alatt elhelyezkedő talajokon (3/A. ábra). Esetleg egymás mellett, azonos lejtésnél fordulnak elő különböző vastagságú talajszintek (3/B. ábra). Ez a vulkáni alapkőzet egyenetlenségeinek kitöltésével magyarázható.

Ha az eróziós térképet összevetjük a lejtőkategória-térképpel (4. ábra), a következő fontosabb megállapításokat tehetjük.

A félmedence déli, 5%-nál kisebb lejtésű része túlnyomórészt a nem erodált kategóriába tartozik. Az akkumulációs területek ezen a lejtőkategórián belül minden lejtőszögnél előfordulnak.

Az 5—12%-os lejtőkön akkumuláció, nem erodált és gyengén erodált talajok találhatók.

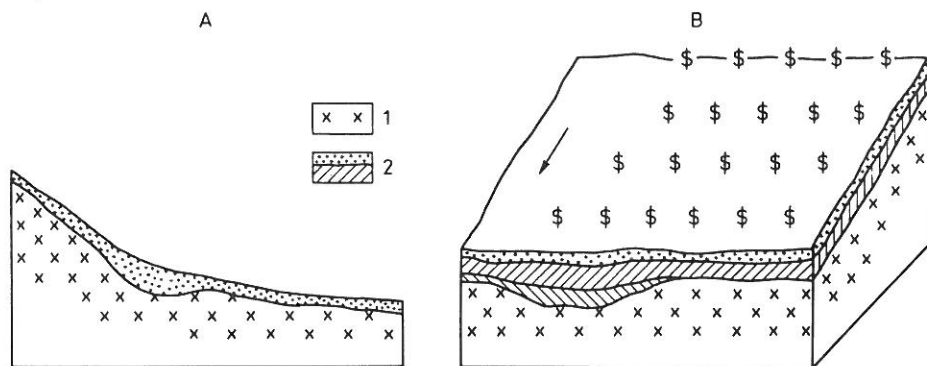
A 12—17%-os lejtésű területeket gyenge erózió jellemzi, de a Vár-hegy északi előterében a közepes erózió foltja is fedésbe hozható ezzel a lejtőkategóriával.

A 17—25%-os lejtésű területekre a közepes és erős erózió jellemző. A két fokozat közel 1:1 arányú keveredése bizonyítja, hogy a második lejtőkategórián kívül itt a legkevésbé szoros a kapcsolat a lejtőviszonyok és az erózió mértéke között.

A 25%-nál meredekebb lejtőkön már csaknem kizárólag erősen erodált talajok fordulnak elő.



Ezek alapján a talajpusztulás mértékének megítélése szempontjából fontos térképnek kell minősítenünk a lejtőkategória-térképet, de azt is meg kell állapítanunk, hogy a különböző eróziós fokozatok határának pontos kijelölésére önmagában nem alkalmas.



3. ábra

Eróziós anomáliák vázlatrajzai. A) A talaj kivastagodása a riolittufa alapkőzet homorú felszíne fölött. B) A riolittufa alapkőzet lejtőirányú mélyedésében vastagabb talaj képződött. 1: Tömör riolittufa-kőzet; 2: Különböző talajsintek (rétegek)

### 3. A recens erózió barázdás formájának térképezése a barázdasűrűség alapján

A Bodrogkeresztúri-félmedencében végzett, öt évig tartó terepmunka során nyilvánvalóvá vált, hogy a hosszantartó eróziós folyamat eredményét tükröző eróziós térkép és a recens eróziós folyamatok intenzitása között területileg jelentősek a különbségek.

A legfeltűnőbb jelenség, amit megfigyeltem, az volt, hogy a nem erodált talajok területén, sőt az akkumulációs térszíneken is, egy-egy nagyobb eső után jelentős felszíni lefolyás és azzal párosuló barázdás erózió alakult ki.

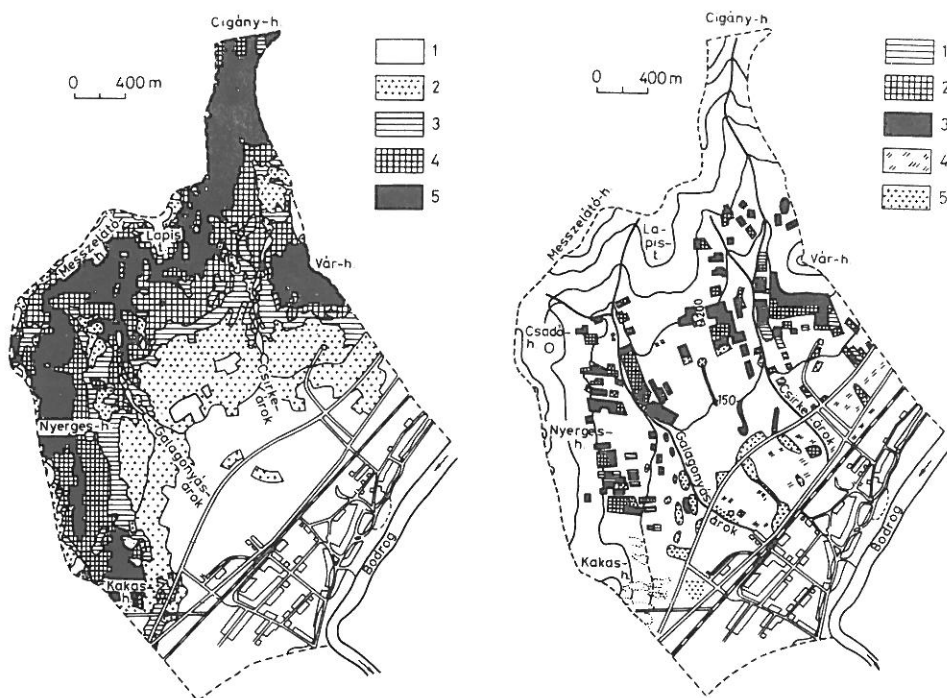
1976. május 30.—június 2. között PINCZÉS ZOLTÁN vezetésével tanszékünk regionális csoportja a recens erózió területi kiterjedésének és mértékének megállapítása céljából térképezést végzett. Az eróziót okozó, 80,6 mm-nyi eső 1976. május 20—25. között esett. A nagy mennyiségű és időnként nagy intenzitású eső hatására a mintaterületen általános volt a barázdaképződés, és néhol árkos erózió is előfordult. Az erózió mértékét a barázdasűrűség alapján állapítottuk meg. Az uralkodó kultúra, a szőlő esetében erős eróziót térképeztünk, ha a szőlősorok 75—100%-ában megjelentek a barázdák. Közepes fokozatnál a szőlősorok 25—75%-ában találtunk barázdát, 25%-nál kevesebb barázda esetén pedig gyenge eróziót tüntettünk fel a térképen (5. ábra). Más mezőgazdasági kultúrák esetén hasonló kategorizálást használtunk: ismert sortávolság esetén (pl. kukorica 70 cm) átszámítással, más esetekben méréssel határoztuk meg a barázdasűrűséget.

Az eróziós árok felé átmenetet mutató (40—60 cm mély) barázdákat futásuknak megfelelő helyzetben ábrázoltuk a térképen. Kis számuk ezt lehetővé tette. (Ezeket a helyeket az „erős erózió” kategóriáját a barázda mélysége indokolja.)

Az akkumulációt is térképeztük 2 fokozatban. Gyenge fokozattal a vékony és hézagos, erős fokozattal az összefüggő, 2 cm-nél vastagabb felhalmozódást jelöltük. A térkép eredeti méretaránya 1:10 000.

A térkép egyértelműen igazolja, hogy a *recens erózió vonalas formájának különböző fokozatai igen csekély mértékben hasonlítanak a hagyományos eróziós térkép megfelelő fokozatainak területi elterjedéséhez*. Csak olyan általános megjegyzésre szorítkozhatunk, hogy a lejtőszög növekedésével gyakoribbá válnak a közepes és erős erózió foltjai.

Feltűnő a barázdás eróziós térkép mozaikossága. Ennek legfőbb oka a mezőgazdasági terület mozaikos hasznosítása. Még az uralkodó növénykultúra, a szőlő övezetében is gyakran választja egymástól a szőlőtevényt más mezőgazdasági kultúra, amelynek művelése nem jár erős talajforgatással, ill. a talajfedettség is jelentősen eltér a szőlőtől. A jó talajfedést biztosító kultúrák (pl. lucerna) esetében legtöbbször nem volt barázdás erózió, míg a szőlővel hasznosított területeken közepes vagy erős barázdás eróziót térképeztünk.



4. ábra

A Bodrogkeresztúri-félmedence lejtőkategória térképe. (Szerk.: PINCZÉS Z.) 1: 0—5%; 2: 5,1—12%; 3: 12,1—17%; 4: 17,1—25%; 5: 25% fölött

5. ábra

Az 1976. május 20—25. között hullott 80,6 mm csapadék hatására létrejött barázdás erózió, és a friss akkumuláció területi eloszlása. (Felvette és szerkesztette: CSORBA P., KERÉNYI A., MARTONNÉ ERDŐS K., PINCZÉS Z.) 1: gyenge erózió; 2: közepes erózió; 3: erős erózió; 4: gyenge akkumuláció; 5: erős akkumuláció

Az egymás mellett fekvő, azonos adottságú parcellák esetében is fokozatbeli különbségeket eredményezett az, ha a talajt frissen vagy régebben művelték.

A térképezést csak a művelés alatt álló területen végeztük, de a terepbejárás alkalmával arról is meggyőződhattunk, hogy a legmeredekebb részekben, ahol satnya erdő, cserjés vagy régen felhagyott szőlők terülnek el, nem volt barázdás erózió.

Hiányzott az erózió vagy csak szórványosan jelentkezett a központi, kis lejtésű területen is. A Nyerges-hegy lábánál fekvő területen csak gyenge erózió fordult elő, mert a felső részekről érkező vizet a parcellák fölött húzódó mélyút elvezette. A Vár-hegy déli, délnyugati lábánál szintén szórványos és gyenge erózió jellemző. Ez a talaj jó vízbefogadó képességével függ össze, amit a keretes módszerrel végzett méréseink is bizonyítottak. (A félmedencében 112 mérést végeztünk a Münz—Laine-féle módszer módosított változatával. Jelen dolgozatban nem célok ezek értékelése.)

A Lapis-tető déli előterében az új telepítésű szőlőkben — részben az utak helytelen vezetése miatt — jelentős volt a barázdaképződés, amely két helyen az eróziós árok méretét is elérte (50 cm-nél mélyebb).

Az eróziót elősegítette a terület rendezetlensége is (1976). Emiatt a szőlőövezet a fölötté fekvő parlagterületekről sok lefolyó vizet kap, bár maguk a parlagok a sűrű növényzet védőhatása következtében nem erodálódnak. Az eróziós kép a szőlőövezetben még mozaikosabb, mint azt a térkép mutatja. A már említett parcellavégi áltérasszoknál, gypes sávoknál, de a lejtők hirtelen lankásabbá váló részeinél is általában csökken az erózió mértéke, sőt kisebb felhalmozódásokra is sor kerül. Ezeket azonban kis területi kiterjedésük miatt nem lehetett 1 : 10 000-es méretarányú térképen ábrázolni.

A félmedence déli részén az akkumuláció a jellemző. A hordalék lerakódását a kis lejtőszög mellett az országút töltése, ill. az azon kialakított, szűkre méretezett átereszt okozta. Az átereszen átjutó hordalék egy további, de kisebb része a két országút között rakódott le, míg a kolloidrészek túlnyomórészt a Bodrog hordalékát gyarapították.

A barázdás erózió mértékét globálisan tükröző térkép kétségtelen előnye, hogy az emberi tevékenység (növénykultúrák területi eltérései, talajművelési módok és állapotok különbségei, útépités) erózióra és akkumulációra gyakorolt befolyását bizonyítja.

A térképről leolvasható információt kiegészítik a helyszíni megfigyelések, amelyek segítségével az erózió különbségeinek az okait is elemezhetjük.

Látnunk kell azonban a térképezés korlátait is. Bár az erózió és akkumuláció mértékét az ismert adatok alapján fokozatokba osztottuk, értékelésünk csak félkvantitatív jellegű. Egyik probléma a hű kvantitatív tükrözés szempontjából, hogy a *barázdák száma* nem mindig perdöntő a talajvesztés mértékének megítélésében. Ezt a tévedési lehetőséget, ahol szubjektív megítélés alapján egyértelműen korrigálni lehetett, ott korrigáltuk: pl. a feltűnően mély, de ritkábban elhelyezkedő barázdák esetében erős eróziót térképeztünk. (Ld. a félmedence központi részét.) A terepi megfigyelések arra is felhívták a figyelmet, hogy hasznos lenne a *felsőszíni lefolyás helyeinek pontos ismerete*.

A térkép méretarányából fakadóan a kisebb mértékű eróziót és felhalmozódásokat nem tudtuk ábrázolni, holott az anyagtranszport mennyiségi meghatározásához ezek ismeretére is szükség van.

Mindez arra ösztönzött, hogy egy olyan térképezési módszert próbáljak ki, amely pontosabb adatokkal szolgál a lepusztulás és felhalmozás mértékéről, és rajta azok kisebb nagyságrendje is feltűnethető. Továbbá ábrázolni kívántam a lefolyás helyeit, irányait, amelyek az eróziós folyamatok értelmezéséhez elengedhetetlenül fontosak.

#### *4. A recens erózió barázdás formájának kvantitatív térképezése*

##### *a) A térképezés módszere*

A felsorolt indokok miatt a térkép méretarányaként a kataszteri (1:2880) térképet választottam. A felvételezés igen nagy munkaigénye miatt a mezőgazdaságilag művelt területnek csak mintegy 50%-án: a Lapis-tető, a Cigány-hegy és a Vár-hegy lejtőin térképeztünk. A választás azért esett ezekre a területekre, mivel a térképezés időpontjában a Nyerges lejtőin már jelentős földmunkákkal járó tereprendezés zajlott, a sátoraljaújhelyi műúttól délre eső területen pedig gyakorlatilag nem volt barázdás erózió. Ezt egyrészt a kis lejtőszög, másrészt az itt uralkodó Ramann-féle barna erdőtalaj jó vízáteresztése okozta.

A helyszíni felvételezést 1979. februárjában öt egyetemi hallgató segítségével végeztem el, egységes elméleti alapok kidolgozása és pontos betanítása után. A terepen a következő adatokat mértük: a barázdák mélységét, szélességét és keresztmetszetük közelítő alakját, a barázdák hosszát és számát. A keresztmetszeti adatokat több helyen is megállapítottuk: legsűrűbben 10 m-enként, legtávolabb 50 m-enként. Ezt az engedményt az tette lehetővé, hogy a barázdák méretei és alakjuk kis meredekségű és hosszú lejtőkön egy bizonyos távolság után nem változtak lényegesen (6. ábra). Meredekebb lejtőkön a változás kisebb távolságon belül jelentősebb lehet, és ugyanez a megállapítás érvényes a barázdák eredési helyére is. Ilyen esetekben a mérési helyek számát növeltük. A kis lejtésű parcellát bemutató 6. ábrán a barázdák eredési helye közelében egymástól 20 m-re, a lejtő további szakaszán pedig 40—50 m-re találunk mérési adatokat.

A terepen mért adatok alapján térfogatszámítással határoztam meg a lepusztult talaj mennyiségét. Az akkumuláció mértékét a frissen lerakódott talaj vastagságának és horizontális méreteinek pontos regisztrálása alapján szintén térfogatszámítással állapítottam meg. A terepen feljegyeztük az adott parcellán termesztett növényt, amennyiben azt meg lehetett állapítani (február!). Az uralkodó kultúra, a szőlő esetében külön feltűntettük, hogy karós vagy kordonos szőlőről van-e szó. Feljegyeztük a művelés módját, irányát (bakhátas művelés, lejtőirányú szántás stb.), az utolsó talajművelés becsült időpontját, melyet a talaj tömödöttségéből, az esetleges gyomosság mértékéből állapítottunk meg.

Parcellánként mértük a lejtőszöget, és az így kapott adatokat a feldolgozás során — ellenőrzésképpen — összevettem a lejtőkategória-térképeink adataival. (A lejtőkategória-térképet fokokban is megszerkesztettük.)

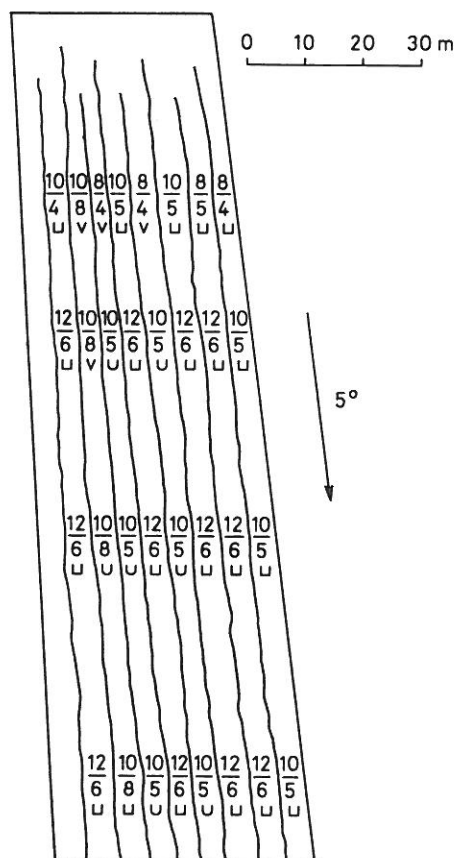
A lejtőhosszakat a kataszteri alaptérképről állapítottuk meg. Feljegyeztük a magasabb térszínről való ráfolyás tényét és helyét, valamint a felszíni lefolyás irányát.

A barázdák adatait a földutakon is megmértük, bár ezzel kapcsolatban a következőket kell megjegyeznem. Az utakat ritka esetben szántják keresztbe, így a

rajtuk korábban kialakult barázdák sokáig megmaradnak: csak a folyamatos taposás során és csak részben egyenlítődnek ki. Szekérutakon a keréknyomok eleve mélyebben helyezkednek el, mint a kerékközök, és a barázdák a keréknyomokban képződnek. Mivel a friss barázdák mélysége ilyen esetekben nehezen mérhető, és bizonyos szubjektivitás elkerülhetetlen, az utak talajvesztésének megállapításában jóval több a bizonytalansági tényező, mint a művelt parcellákon, ezért ezeket az adatokat külön kezeltem, és nem tartom olyan pontosságúknak, mint a parcellák talajvesztésének számértékeit.

A terepi felvételezést 1979. február 18—23. között végeztük el. A barázdás eróziót a január végi eső (23—25.) és havaseső (január 29.), majd a február 12—15. közötti eső okozta. Ezek mennyiségét, intenzitását, a közbeeső időszakok csapadékviszonyait, lég- és talajhőmérsékletét, valamint a talajállapotról vonatkozó adatokat az 1. táblázatban közlöm a legközelebbi meteorológiai állomás (Tarcál) adatai alapján.

A lepusztulási adatok felhasználásával két térképet szerkesztettem, eredetileg 1 : 2880-as méretarányban. Ezek dolgozatomban kicsinyítve találhatók. A 7. ábrán a felszíni lefolyás irányait és intenzitását, valamint a lepusztult talaj térfogatának értékeit ( $m^3$ ), a 8. ábrán pedig a lepusztulás fajlagos adatait ( $m^3/ha$ ) ábrázoltam. A fajlagos



6. ábra

Eróziós barázdák az 54. parcella (ld. 7. ábra) felső szakaszán. A tört számlálójában a barázda szélessége (cm), nevezőjében a mélysége (cm), a tört alatt a barázda sematikus keresztmetszeti képe látható. A nyíl a lejtés irányát jelöli

1. táblázat

A talajpusztulást okozó csapadékok és a lepusztulást befolyásoló meteorológiai tényezők adatai (1979)

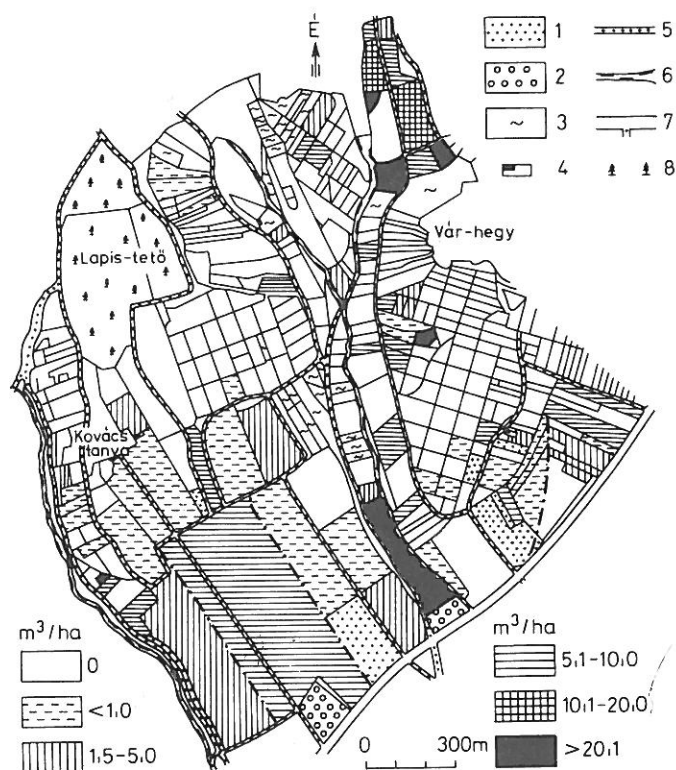
(1) Hónap, nap	(2) Lég hőmérséklet, °C			(3) Csapadék, mm	(4) Csapadék alakja	(5) Hóvastagság, cm	(6) Talaj hőmérséklet 0 cm-en, °C			(7) Talaj- állapot*		
	7 h	13 h	19 h				7 h	13 h	19 h	7 h	13 h	19 h
Jan.												
22.	-4,2	-3,8	-4,0			0,2	-1,9	-1,6	-2,1	8	8	8
23.	-1,5	0,8	-2,1	3,1	b) eső		-1,3	0,2	-2,0	4	4	4
24.	2,0	3,1	0,5	12,1	eső		1,2	1,8	-0,3	4	4	4
25.	2,3	3,0	0,7	0,3	eső		0,9	1,6	-0,2	2	2	2
26.	0,5	1,2	-0,2				0,0	0,5	-0,4	2	2	2
27.	0,4	1,6	1,2				-0,4	0,9	0,3	2	2	2
28.	3,7	5,8	4,3	2,3	eső		1,7	2,3	1,5	2	2	2
29.	4,2	6,1	2,3	4,9	c) havaseső		2,1	4,5	1,8	2	2	2
30.	0,4	0,2	-0,5	3,5	d) hó	1,5	0,3	0,5	-1,0	8	8	8
31.	-4,0	-0,9	-1,9	a) ny	hó	2	-0,1	0,3	-0,1	8	8	8
Febr.												
1.	-2,5	1,0	0,1			3,0	0,0	0,3	-0,1	8	8	8
2.	1,6	2,0	1,8		havaseső	2,5	0,1	0,1	0,1	8	7	7
3.	3,4	3,8	1,9	ny			0,9	1,2	0,1	6	6	6
4.	1,8	4,9	2,7				0,2	1,6	0,4	4	4	4
5.	1,9	3,8	1,5	1,3	eső		-0,3	1,2	0,3	4	2	2
6.	1,8	5,5	1,2		eső		0,6	2,5	0,4	2	2	3
7.	-1,6	-0,2	-1,1				-1,4	-0,3	-1,0	3	3	3
8.	-1,0	2,8	0,5	3,1	hó		-0,8	-0,1	-0,2	3	2	2
9.	-0,4	1,8	-0,1	ny	hó	4,0	0,0	0,8	0,3	8	7	7
10.	-0,8	1,9	-0,9	1,4	hó	2,5	-0,2	0,6	0,2	8	8	8
11.	-0,6	1,5	0,0	ny	hó	4,0	-0,2	0,4	-0,1	8	7	7
12.	1,8	4,7	2,1	5,1	eső		-0,2	4,2	2,1	4	4	4
13.	2,3	5,4	3,4	1,2	eső		0,4	5,1	3,1	2	2	2
14.	1,2	4,3	3,1				0,8	5,3	2,6	2	2	2
15.	5,0	8,6	7,3	5,8	eső		2,2	8,2	6,1	2	2	2

\* Talajállapot: 1: a talaj felszíne nedves; 2: a talaj felszíne vizes, víz áll rajta; 3: a talaj felszíne fagyott; 4: bevonat vagy jég a talajon, de nem hó vagy olvadó hó; 5: hó vagy olvadó hó (jéggel vagy jég nélkül) a talaj felénél kevesebbet borít; 6: hó vagy olvadó hó (jéggel vagy jég nélkül) a talaj felénél többet borít, de nem az egész talajt; 7: hó vagy olvadó hó (jéggel vagy jég nélkül) teljesen beborítja a talajt; 8: laza, száraz porhó a talaj felénél többet borít.





adatok számításához azt a megjegyzést fűzöm, hogy a Lapis-tető déli előterében található nagyüzemi szőlőtáblában a valóságban szintvonalak mentén futó földutak találhatók, amelyek a szántott talajjal egy szintben vannak, így nem befolyásolják a lefolyási viszonyokat: azokat több helyen keresztezte változatlan mélységű eróziós barázda. Az ilyen földutakat nem jelöltem parcellahatárnak. Jelentősek viszont a lefolyás szempontjából a hatalmas táblán belül található, egymással párhuzamos vízvásztók. A térképen szereplő tagolás és a fajlagos értékek kiszámítása ezek figyelembevételével történt. Ehhez hasonlóan jártam el a Vár-hegy déli előterében található nagyüzemi búzatábla tagolása során, ahol a vízvásztó ugyancsak a parcellán belül található. A korábban kisméretű magánparcellákból álló nagyüzemi táblán előfordult, hogy csak egy-egy korábbi parcella területén volt lepusztulás. Ebben az esetben a fajlagos értéket az eredeti parcellára számítottam (az 1975-ös kataszteri térkép alapján ezt könnyen elvégezhettem), és az adatokat is ennek megfelelően ábrázoltam a térképen.



8. ábra

A barázdás erózió fajlagos értékei ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) a Bodrogkeresztúri-félmédenca középső és keleti részén 1979. február 18—23 között. (Az eredeti térkép méretaránya 1:2880) 1: kismértékű akkumuláció ( $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ -nál kisebb); 2: jelentős akkumuláció ( $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ -nál nagyobb); 3: a parcellán nem volt mérés; 4: épület; 5: földút; 6: eróziós árok; 7: országút; 8: fenyőerdő

b) *A barázdás erózió területi különbségei*

A két térkép alapján (7. és 8. ábra) megállapíthatók a barázdás erózió intenzitásának legszembetűnőbb területi különbségei.

A 7. ábra szerint négy terület látszik erősen erózióveszélyesnek: a Lapis-tető déli előtere, a Cigány-hegy déli lejtője, a Vár-hegy nyugati lejtője és a Vár-hegy déli, országút menti lejtője. A fajlagos lepusztulási értékek (8. ábra) globálisan ugyanezeket a területeket jelzik erodáltaknak, de a nagyságrendben változás van, és több helyen a kis abszolút mennyiség nagy fajlagos lepusztulási értéket jelent. Figyelemre méltó, hogy a legnagyobb abszolút lepusztulás helyén, a Lapis-tető déli előterében található szőlőtáblán a fajlagos lepusztulás a közepes kategóriába került ( $5,1-10,0 \text{ m}^3/\text{ha}$ ). Ha azt is figyelembe vesszük, hogy a lepusztulás egy igen erőteljes (egyes szakaszain az eróziós árok méreteit elérő) és egy kisebb méretű, a földúton képződött barázda formájában jelentkezik, azt kell megállapítanunk, hogy ezen a területen a lepusztulás nem veszélyezteti *nagy felületen* a talajt. Az *árokképződés veszélye* viszont *igen nagy*, ami a nagyüzemi tábla művelését és keskeny sávban az új szőlő telepítését akadályozza.

A Vár-hegytől északra található nagyüzemi szőlőtáblán mind az abszolút, mind a fajlagos lepusztulás közepes.

A legnagyobb fajlagos lepusztulású területek mozaikosan helyezkednek el, pl. a Cigány-hegy egyik kisméretű parcelláján (1003)  $81 \text{ m}^3/\text{ha}$ , a Vár-hegy délnyugati és északi lejtőjén (145. és 990. parcella)  $35,2 \text{ m}^3/\text{ha}$ , ill.  $45,71 \text{ m}^3/\text{ha}$  volt a talajvesztés.

A területi különbségek okait matematikai-statisztikai adatfeldolgozás segítségével kíséreltem megkeresni.

c) *Az adatok matematikai feldolgozása*

A térképezés során nyert adatok alkalmasnak bizonyultak számítógépes feldolgozásra. Ennek első lépéseként a mérési eredményeket a 2. táblázatban látható módon rendszereztem. A talaj és a művelés minőségi kategóriák, amelyeket a számítógépes feldolgozáshoz kódolnom kellett. A kódszámok jelentése a táblázat végén olvasható. A táblázat (8) oszlopában azt tüntettem fel, hogy mennyi az adott parcelláról lepusztult talaj térfogata (pozitív szám) ill. a parcellán akkumulálódott talaj térfogata (negatív szám). A (8) oszlopból megtudhatjuk, hogy a parcellán belül a két ellentétes folyamat lejátszódott-e (ilyen esetben egy pozitív és egy negatív szám látható egymás mellett) vagy a parcellára kizárólag az egyik folyamat jellemző (ebben az esetben nincs adat a (8) oszlopban). Az előbbi esetben a (6) oszlop adata a két részadat összevonásából származik.

A lejtőhossz-érték nem minden esetben azonos a parcella hosszával. A magasabb térszínről való ráfolyás esetén ugyanis a lefolyás eredő helyétől számítottam a lejtőhosszt.

A matematikai feldolgozásba 210 parcella adatait vontam be. (A terepi felmérést 300 parcellán végeztük el.)

A kovariancia-analízis során a következő probléma merült fel. Először három kvalitatív tényező kódolásával kíséreltem meg a számítógépes feldolgozást. A talaj, növény és művelés kódjaival olyan kombinációk is előfordultak, amelyekhez nem tartozott mérési adat. Ahhoz, hogy a gép a számításokat el tudja végezni, az egyik kódolt tényezőt ki kellett ejteni. A két kódolt tényezőre való csökkentést lehetővé tette

2. táblázat  
Részlet a kovariancia-analízishez rendszerezett adatokból  
(az eredeti táblázat 210 parcella adatait tartalmazza)

(1) Táblaszám	(2) Talaj*	(3) Művelés*	(4) Lejtőszög, fok	(5) Lejtőhossz, m	(6) Lepusztult talaj, m <sup>3</sup>	(7) Lepusztulás faj- lagos értéke, m <sup>3</sup> /ha	(8) A parcellán belüli anyagátrendeződés, m <sup>3</sup>	(9) Lepusztulás az utakról, m <sup>3</sup>
157	2	3	3	720	3,0	0,5	3,4	—0,4
157/A	2	3	3	1100	124,5	5,06		
157/B	3	3	2	150	—139,0	—104,51		
157/C	2	3	2	280	—3,0	—0,81		
159	3	4	2	240	13,75	4,58		
160	3	4	2	300	3,15	0,77	6,6	—3,45
161/A	3	4	2	300	11,22	7,48	11,52	—0,3
161/B	3	1	2	300	0	0		8,0
161	3	3	2	300	0,49	0,16	1,09	—0,6
162/A	4	3	3	250	1,00	0,52	1,1	—0,1
162	3	2	3	250	0,1	0,04	0,2	—0,1
163	2	4	5	150	8,5	1,26		
164	1	1	2	20	—3,42	—3,68		3,37
165	1	2	11	310	0	0		12,95
166	1	2	11	130	1,5	1,8		
167	1	2	12	100	0	0	1,8	—0,3
168	1	2	12	430	0	0		

\* Kódszámok:

## (3) Művelés

- 1: legalább egy éve nem művelt  
2: bakhtás művelés  
3: szintvonalas szántás  
4: lejtőirányú szántás

## (2) Talaj

- 1: agyagbemosódásos barna erdőtalaj  
2: agyagbemosódásos barna erdőtalaj  
rigolirozott változata  
3: lejtőhordalék-talaj  
4: erősen erodált köves talaj

a művelés és a növénykultúra közötti igen szoros kapcsolat. Bakhátas művelés kizárólag karós szőlőben fordul elő; szántás pedig kordonos szőlőben, sarjadó búza alatt és az ősszel mélyszántott, növény nélküli parcellákon. A kordonos szőlő (3,5 m-es sortávolság) és a sarjadó búza talajfedése nem sokban tér el februárban a növénytelen talajtól. Ezt az azonos lejtésű és talajú parcellák hasonló lepusztulási adatai is bizonyították. Mérések alapján azt is megállapíthattam, hogy a különbözőképpen fedett parcellákról lepusztult talaj térfogata sokkal inkább függ a műveléstől, mint a jelentéktelen növényfedettségtől. A Vár-hegy déli előterében pl. ugyanolyan lejtésnél és talajtípuson a lejtőirányban szántott sarjadó búzában  $11,74 \text{ m}^3$  volt a talajvesztés, a szintvonalasan szántott növény nélküli talajon  $0,01 \text{ m}^3$ . (A parcellák mérete közel azonos volt.)

3. táblázat

A Bodrogheresztúri-félmedence fontosabb talajainak keretes módszerrel mért víznyelési és vízáteresztési adatai

(1) Vízbefogadás szakaszai	(2) Agyagbemosódásos barna erdőtalaj		(5) Ramann-féle barna erdőtalaj	(6) Vastag termő- rétegű lejtő- hordalék-talaj
	(3) típusos	(4) rigolizott		
A. Víznyelés, mm/h				
a) $\bar{X}$	125,7	35,8	122,2	246,5
b) s	101,8	15,8	54,1	333,7
c) s%	80,9	44,1	44,3	135,3
B. Vízáteresztés, mm/h				
$\bar{X}$	63,0	7,3	75,7	91,5
s	55,4	7,1	49,0	75,5
s%	87,9	97,2	64,7	82,5

A legalább egy éve nem művelt területek azonosak voltak a parlagokkal, lucernaföldekkel és a gyomos szőlőkkel, amelyek összefüggő talajfedettséget biztosítottak. Tulajdonképpen csak ezek a parcellák azok, amelyeken a növényzet védőhatását figyelembe kell vennünk. A többi esetben a növényzet szerepe elhanyagolható. Mindezek lehetővé tették, hogy a matematikai feldolgozáshoz csak a talajművelés módját és a talajtípust (változatot) kódoljam. Az eredmények értelmezésénél azonban figyelembe vettem, hogy a „legalább egy éve nem művelt talaj” kifejezés teljes talajfedettséget takar. A közepesen gyomos parcellákat kihagytam az értékelésből.

A talajtípusoknál egy összevonásra került sor: az agyagbemosódásos barna erdőtalajt és a Ramann-féle barna erdőtalajt vontam össze  $A_{sz}$ -szintjük közel azonos vízgazdálkodási tulajdonságai alapján. A keretes módszerrel végzett mérések adataira támaszkodtam az összevonásnál, amelyek bizonyították, hogy az évszázadok óta művelt, szerves trágyázott két talaj művelt szintje között gyakorlatilag nincs különbség (3. táblázat).

Az összevonások után öt változóval (ebből kettő kódolt) végeztem el a kovariancia-analízist. A számításhoz a BMDP programcsomagból a P2V 15.2 jelű,

JENNRICK és SAMPSON által kidolgozott matematikai módszert használtam fel. Ez a módszer kvantitatív és kvalitatív független változók együttes hatását vizsgálja a függő változóra. Esetemben a kvalitatív változók: a talajművelés módja és a talajtípus vagy változat; a kvantitatív változók: a lejtőszög és a lejtőhossz, a függő változó pedig a lepusztult talaj térfogata.

A kovariancia-analízis eredményeit a 4. táblázat tartalmazza. Az elfogadási valószínűség értékei alapján a következő megállapításokat tehetjük.

*A kvalitatív független változók közül a talajtípustól (ill. változattól) szignifikánsan függ a lepusztult talajmennyiség, míg a művelés csak 0,102 valószínűséggel szignifikáns. A kettő kölcsönhatásától ugyancsak szignifikánsan függ a talajerózió mértéke.*

A két kovariáns közül a lejtőhossz elfogadási valószínűsége igen magas: közel 100%-os megbízhatósági szinten elfogadjuk azt a hipotézist, hogy a lejtőhossz hatással van a lepusztulásra. Érdekes, hogy az 1. kovariáns (a lejtőszög) elfogadási szintje igen alacsony. Mindez azt bizonyítja, hogy az adott csapadékviz viszonyok esetén a lejtőhossznak nagyobb szerepe van a barázdás erózió intenzitásának fokozódásában, mint a lejtőszögnek.

A két kovariáns esetében további értékelést is ad a módszer. Ehhez tudnunk kell, hogy a módszer alkalmazása során a következő modellt illesztjük az adatokra:

$$E(Y_{ij}) = \mu + \delta_i + \gamma_j + (\delta\gamma)_{ij} + \beta_1(x_{1ij} - \bar{X}_1) + \beta_2(x_{2ij} - \bar{X}_2)$$

ahol  $E(Y_{ij})$  = a függő változó várható értéke,

$\mu$  = konstans,

$\delta$  és  $\gamma$  = kvalitatív változók,

$x_1$  és  $x_2$  = 1. és 2. kovariáns,

$\beta_1$  és  $\beta_2$  = konstans,

$\bar{X}_1$  és  $\bar{X}_2$  = a megfelelő mintaközépek.

A továbbiakban a módszer a szignifikáns kovariánst (lejtőhossz) mintegy kiszűrve (ld.  $\beta_1$  és  $\beta_2$  becslése, 4. táblázat) a kovariancia-hatás figyelembevételével vizsgálja a matematikai kapcsolatokat. Az analízis egyik adatsora a kovariancia-hatás figyelembevételével becsült elméleti átlagokat tünteti fel cellánként (4. táblázat). Ezek az értékek a matematikai modellre illeszkednek az első kovariáns változó alapján. Az adatok a bakhátas művelés és növényvel sűrűn fedett (parlag, lucerna) nem művelt területek talajvédő hatását bizonyítják. A félmedence átlagosnál hosszabb lejtőin nincs komoly védő szerepe a szintvonalas szántásnak, a lejtőirányú szántás esetén pedig a legnagyobb lepusztulási értékek várhatók. A talajtípusok közül a lejtőhordalék-talajok a legkedvezőbb tulajdonságúak. Néhány esetben a becsült elméleti átlagok nem adnak reális eredményt. Ennek valószínű oka lehet, hogy a cellákban kevés volt az adat (pl. 4. táblázat, 4., 12. és 15. oszlop).

Az általános (tendenciaszerű) törvényszerűségek megállapításán kívül a cellaátlagok alapján további következtetéseket vonhatunk le, amelyek adott konkrét szituációkban érvényesek.

Talajtanilag fontos tény, hogy a legtöbb talaj az agyagbemosódásos barna erdőtalaj rigolirozott változatáról és az erősen erodált köves talajú parcellákról pusztult le (4. táblázat, 4., 6., 10., 14. és 16. oszlop). Mindkét talaj rossz vízáteresztésű, de míg az



## A kovariancia-analízis

A. Csoport	(1) Legalább egy éve nem művelt talaj				(2) Bakhátas művelés			
	1	2	3	4	5	6	7	8
	ABET	ABET – R	LH	EEKT	ABET	ABET – R	LH	EEKT
B. Gyakoriság	27	6	15	2	38	2	26	6
C. 1. kovariáns								
a) $\alpha$ (°)	7,185	7,667	12,200	8,000	7,395	11,000	6,038	13,500
b) s	3,375	1,366	4,057	1,414	3,753	0,0	4,467	6,189
D. 2. kovariáns								
c) d (m)	93,333	86,667	151,667	340,000	93,684	95,000	123,461	103,333
s	46,513	9,832	117,817	226,274	72,305	91,924	129,389	56,804
E. Függő változó								
d) $V^+$ (m <sup>3</sup> )	0,303	0,017	0,0	2,200	0,089	1,160	0,298	0,887
s	2,170	0,041	0,0	0,283	0,268	1,075	0,789	0,489
F. A kovariáns-hatás figyelembevételével becsült elméleti átlagok								
$V^+$ (m <sup>3</sup> )	1,947	1,855	–2,560	–8,407	1,658	1,689	0,783	0,332

(6) Megnevezés	(7) Négyzet- összeg	(8) Szabadsági fok	(9) Négyzetes közép	(10) F-próba értéke	(11) Elfogadási valószínűség	(12) Béta becslése
e) Művelés	933,316	3	311,105	2,10	0,102	
f) Talaj	1413,551	3	471,184	3,17	0,025	
g) Művelés–Talaj	2728,160	9	303,129	2,04	0,037	
h) 1. COVAR	159,124	1	159,124	1,07	0,302	0,27079
i) 2. COVAR	5985,730	1	5985,730	40,33	0,000	0,04877
j) 1–2. COVAR	5995,441	2	2997,721	20,20	0,000	

agyagbemosódásos barna erdőtalaj rigolizott változatának szántóföldi vízkapacitása jelentős ( $V_{k_{sz}} = 26\text{—}32$  súly-%), az erősen erodált köves talaj ebből a szempontból is kedvezőtlen tulajdonságú ( $V_{k_{sz}} = 6\text{—}10$  súly-%), így jelentős a róla lefolyó víz még kis intenzitású esők esetén is.

A talajműveléssel kapcsolatban megállapítható, hogy a nagyon hosszú lejtőkön ( $\bar{X} = 386$  m) a szintvonalas szántás nem véd a talajerózió ellen. Ez a rossz vízáteresztésű rigolizott agyagbemosódásos barna erdőtalajról lefolyó nagy víztömeggel magyarázható. A nagy energiájú vízfolyás letaroló hatása agronómiai eljárásokkal nem akadályozható meg, de létrejötte megelőzhető. Esetünkben a szőlőtelepítés előtti forgatás nélküli mélylazítással elkerülhető lett volna a nagymértékű lefolyás.

Rövidebb lejtőkön ( $\bar{X} = 50\text{—}80$  m) a szintvonalas szántás jó talajvédő hatású (5–6°-os lejtők).

A lejtőirányban szántott parcellák igen kis lejtés (2°) esetén is erősen erodáltak (4. táblázat, 15. oszlop).

A bakhátas művelés véd a legjobban a talajerózió ellen: még 11–13°-os lejtőkön is kevésnek mondható a lepusztult talaj (4. táblázat, 6. és 8. oszlop).

A nem művelt parcellákról, amelyek azonosak a növényzettel összefüggően fedett területekkel, alig volt lepusztulás. Talajtanilag fontos tény, hogy az erősen erodált köves

táblázat  
eredményei

(3) Szintvonalas szántás				(4) Lejtőirányú szántás				(5) Marginális érték
9	10	11	12	13	14	15	16	
ABET	ABET – R	LH	EEKT	ABET	ABET – R	LH	EEKT	
18	8	15	1	27	14	3	2	210
5,333 2,787	6,500 3,505	2,467 1,356	6,000 0,0	5,185 2,450	6,143 2,931	2,000 0,0	8,000 1,414	6,757
79,444 32,033	386,250 443,007	137,333 94,979	50,000 0,0	128,148 69,727	176,786 54,265	280,000 34,641	97,500 31,820	129,405
0,234 0,670	26,237 45,895	–12,841 36,094	0,0 0,0	2,952 3,731	11,521 8,434	5,613 4,867	19,630 5,134	1,667
3,056	13,781	–12,066	4,077	3,439	9,376	–0,443	20,849	

ABET = agyagbemosódásos barna erdőtalaj  
 ABET – R = agyagbemosódásos barna erdőtalaj rigolizott változata  
 LH = lejtőhordalék-talaj  
 EEKT = erősen erodált köves talaj  
 $\alpha$  = lejtőszög  
 s = szórás  
 d = lejtőhossz  
 V<sup>+</sup> = lepusztult talaj térfogata

erdőtalaj olyan rossz vízkapacitású, hogy a felszínéről lefolyó nagy víztömeg erodáló hatását még az összefüggő gyomvegetáció sem képes megakadályozni.

Végül megjegyzem, hogy a táblázat 11. oszlopában szereplő negatív előjelű szám az akkumulációra utal. Ennek azonban nem csak a kis lejtőszög és a szintvonalas szántás az oka, hanem az országút töltése is, ami mesterséges gátként szolgál. Ezt a tényezőt, mint módosító faktort a kovariancia-analízis nem tudta figyelembe venni. Ez és az összevonásokkal kapcsolatosan már az előzőekben felvetett problémák egyszersmind rámutatnak a matematikai analízis korlátaira is. Ugyanakkor a számításokon alapuló megállapítások objektívebbek, az egyedi jelenségek alapján levont, néha szélsőséges következtetéseket a statisztikai adatok nagyrészt kiszűrik.

d) A szilárd anyag transzportjának mértéke és területi jellemzői

A táblázatba rendezett mérési eredmények (2. táblázat) alapján olyan számításokat is végeztem, amelyek a talajok szilárd anyagának transzportjáról adatokkal szolgálnak.

1. A térképezett területről lepusztult talaj: 513,32 m<sup>3</sup>  
 ebből a parcellákról: 448,14 m<sup>3</sup>  
 a földutakról: 65,18 m<sup>3</sup>.

2. A térképezett területen akkumulálódott talaj:	228,32 m <sup>3</sup>
ebből a parcellákon: 213,17 m <sup>3</sup> ,	
az utakon és az útmenti árkokban: 15,15 m <sup>3</sup> .	
3. A térképezett területről elszállított talaj (1—2):	285,00 m <sup>3</sup>
4. A térképezett területtől délre akkumulálódott*:	50,00 m <sup>3</sup>
5. Az összes akkumuláció (2 + 4):	278,32 m <sup>3</sup>
6. A Bodrogha jutott talaj:	235,00 m <sup>3</sup>
7. Parcellákon belüli kis távolságú anyag-átrendeződés:	29,96 m <sup>3</sup>
8. Összes megmozgatott szilárd anyag:	543,28 m <sup>3</sup> .

A \*-gal jelölt adatot a korábbi években ezen a területen végzett hasonló jellegű mérések alapján jó közelítéssel tudtam becsülni. Az előző években többször végeztünk barázdaméréseket és az akkumuláció mértékére vonatkozó méréseket, de azok nem terjedtek ki olyan nagy területre, mint az 1979-es felmérés. Az 5. ábra alapján azt is megállapíthatjuk, hogy a térképezett területtől délre még az igen nagy esők alkalmával is csak minimális erózió fordul elő, így az 1979-es januári, februári csapadékok esetén ezen a területen nem kell számolnunk eróziós talajvesztéssel. (A lepusztulást okozó csapadékok alkalmával a napi csapadékmennyiség maximális értéke mindössze 12,1 mm volt.)

Az adatok alapján megállapítható, hogy az összes megmozgatott talaj 56,7%-a akkumulálódott a két térképen bejelölt helyeken (5. és 7. ábra) és 43,3%-a jutott a Bodrogha. Az összes megmozgatott talaj 5,5%-a a csekély távolságú (100—200 m) szállítás után akkumulálódott, 51,2%-a viszont a félmedence méreteihez képest jelentős, abszolút értelemben azonban kis távolságban rakódott le (7. ábra).

Az idézett adatok és térképek azt is bizonyítják, hogy *egy hegylábi terület recens felszínfejlődésében a kistávolságú anyagtranszportnak, amely a befogadó folyó hordalékát nem növeli, komoly szerepe van.*

Számításoknak és a térképezési módszernek hiányosságai is vannak. Az egyik ilyen probléma: az erodálódott talaj térfogatának számításához a barázdák méreteit ugyan elegendő pontossággal meg tudjuk adni, de a keresztmetszeti képet a valóságos keresztmetszethez legjobban hasonlítható geometriai alakzattal közelítjük. Ez pozitív és negatív tévedésekhez vezethet, amelyek a nagy számok törvénye alapján statisztikusan a kiegyenlítődés, tehát a pontosság irányába hatnak. Az akkumuláció mérése esetében nagyjából ugyanez a helyzet az egyenetlen talajra rakódott, ezért változó vastagságú talajréteg köbtartalmának számításakor. A mérések számának növelésével a módszer elég pontossá tehető. Komolyabb problémát jelent, hogy a térképezési módszer nem alkalmas az areálisan ható rejtett (szemmel nem követhető) talajeróziós folyamatokkal szállított talaj térfogatának (vagy tömegének) mérésére. — Megjegyzem, hogy egyetlen más térképezési módszerrel sem lehet megoldani ezt a feladatot.

Számításokkal olyan közvetett bizonyítékot sikerült kimutatni, amely a rejtett eróziós folyamatokra irányította a figyelmet. A Lapis-tető déli előterében bejelölt kis vízgyűjtő területre (7. ábra) külön is elvégeztem a szilárd anyag transzportjára vonatkozó számításokat. Mintegy 60 bolygatatlan talajminta térfogattömeg-értékei segítségével a térfogadatokat átszámoltam tonnára. A lepusztult talaj így 197,76 tonnának, az akkumulálódott pedig 183,48 tonnának adódott. A két adat közel egyenlő, de számolni kell azzal, hogy az országúti töltés átereszen jelentős mennyiségű

talaj távozott a vízgyűjtő területről, amely az országúttól délre részben akkumulálódott. Korábbi, 1975-ben végzett mérések alapján ezt 30 tonnára becsültem. További adatot számoltam a Bodroga lefolyó víz térfogata és hordalékkoncentrációja alapján. A január 23.—február 18. között lehulló 44,1 mm csapadékból csupán 6 mm-es lefolyást és 25 g/l hordalékkoncentrációt feltételezve — mely feltételezéshez támpontot nyújtott az 1982. decemberében végrehajtott mérés — a Bodroga jutott 57 tonna talaj. *Az akkumulálódott és a Bodroga szállított talaj összes tömege (270,48 t) tehát jelentősen meghaladja a barázdák méretei alapján számított talajvesztéséget (197,76 t).* Még ha a fentebb számított két adat (30 és 57 t) becslés jellege miatt az abszolút értékben jelentősebb eltérés is lehet (a hordalékkoncentráció és a lefolyás szándékos alábecslése miatt inkább nagyobb lehet a második adat), az akkumulálódott és a vízgyűjtőről elszállított talaj összes tömege mindenképpen több, mint a barázdák talajvesztése. (Hasonló mérési eredményre jutott PINCZÉS [6] a józsi Mélyvölgyben.) Ez csak úgy lehetséges, ha a szállított hordalék nem csupán a barázdákból származik, hanem a közöttük lévő területről, és szemmel nem követhető eróziós folyamatokkal került a barázdákban áramló vízbe.

Mindez felhívja a figyelmet a rejtett eróziós folyamatok jelentőségére, amelyek pontosabb kvantitatív értékelése azonban csak további mérések alapján lehetséges.

#### 5. A talajeróziós térképek gyakorlati alkalmazása

A bemutatott újszerű térképek nem teszik feleslegessé a hagyományos talajeróziós térképet. A *talajpusztulás jelenlegi állapotának pontos felmérése* minden talajvédelmi terv elkészítésének első lépése kell, hogy legyen. A talajeróziós térkép szerkesztésének előfeltétele a kellő számú talajszelvény alapján elkészített talajtérkép. A térképezéshez kapcsolódó terepbejárás és a talajtípusok helyszíni megismerése semmi mással nem pótolható információkat nyújt az eróziós viszonyok értékeléséhez. Ezeket egészítik ki és teszik pontosabbá a laboratóriumi vizsgálatok.

A félkvantitatív és kvantitatív talajeróziós térkép *kiegészíti* a hagyományos eróziós térképet, és a lepusztulás *jelenleg ható* folyamatairól ad objektív képet. A kvantitatív térképezéshez kapcsolódó matematikai feldolgozás egzakt alapokat ad a talajpusztulást kiváltó és befolyásoló tényezők jelentőségének értékeléséhez.

A lefolyások helyeinek és intenzitásának térképezése hozzásegíti a szakembereket a hidrogeográfiai szempontból is szakszerű talajvédelmi tervek kidolgozásához. (Vízgyűjtő területek megfelelő tagolása.)

Gyakorlati célú felhasználásra a bemutatott térképek együttes elemzése látszik célszerűnek.

### Összefoglalás

A tanulmányban négy talajeróziós térképet mutattam be. A hagyományos térkép (1. ábra) az országos felvételezéskor (1951—59) alkalmazott elvek alapján készült, és három fokozatban ábrázolja az évszázadok óta ható gyorsított erózió eredményét, a talajok erodáltságának jelenlegi állapotát.

Az eróziós barázdák gyakorisága alapján szerkesztett térkép (5. ábra) a talajhasznosítás mozaikosságát tükrözi, ezzel a növények erősen eltérő talajvédő hatását bizonyítja a nyáreleji időszakban.

A barázdás erózió kvantitatív térképezése alkalmával a barázdák méretei és keresztmetszeti képük alapján térfogatszámítással állapítottam meg a parcellánkénti talajvesztéset, amelynek mértékét a lepusztulással arányos körökkel ábrázoltam (7. ábra). Az adatokat kovariancia-analízissel dolgoztam fel (2. és 4. táblázat), majd a területen lejátszódó anyagtranszportra vonatkozó számításokat végeztem. A 8. ábrán a talajvesztés fajlagos értékeit ábrázoltam.

A négy térkép segítségével elemeztem a mintaterület (Bodrogkeresztúri-félmedence) talajeróziós viszonyait, majd a térképek gyakorlati alkalmazásának lehetőségeit.

### Irodalom

- [1] ÁDÁM L.: A Szekszárdi dombvidék talajtakarójának pusztulása. Földrajzi Ért. **16.** 451—469. 1967.
- [2] GÓCZÁN L.: A talajvédelem alkalmazott talajföldrajzi feladatai. Földrajzi Közl. **15.** 305—316. 1967.
- [3] DUCK T.: Magyarország dombos vidékeinek eróziós térképe. Agrártudomány. **12.** (10) 17—22. 1960.
- [4] KERÉNYI A.: Hegyaljai erdőtalajok lejtőhordalékainak genetikája és gazdasági értéke. Agrokémia és Talajtan. **27.** 303—318. 1978.
- [5] MATTYASOVSKY J.: Észak-dunántúli talajok eróziós viszonyai. Agrokémia és Talajtan. **2.** 333—340. 1953.
- [6] PINCZÉS, Z.: The effect of groundfrost on soil erosion. Colloque sur l'érosion agricole des sols en milieu tempéré non méditerranéen Strasbourg-Colmar 20—23. Sept. 1978. Strasbourg. 107—112. 1979.
- [7] SALAMIN P. & WINTER J.: Az eróziós térképezés ábrázolási lehetőségei. Vízügyi Közl. **64.** 629—639. 1982.
- [8] STEFANOVITS P.: A talajföldrajz eredményei Magyarországon. Földrajzi Közl. **7.** 21—43. 1959.
- [9] STEFANOVITS P.: Talajpusztulás Magyarországon. OMMI kiadv. 1., No. 7. Budapest. 1964.
- [10] STEFANOVITS P.: A talajpusztulás és a talajvédelem témakörében folytatott kutatások helyzete. Agrártud. Közl. **26.** 471—474. 1967.
- [11] STEFANOVITS P.: A talajerózió helyszíni vizsgálata. In: Talaj- és trágyavizsgálati módszerek. (Szerk. Ballenegger R. & di Gléria J.) 154—160. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [12] SZÜCS L.: Genetikai talajtérképek szerepe a talajvédelmi tervezéseknél. Agrokémia és Talajtan. **15.** 253—262. 1966.

*Érkezett: 1983. szeptember 20.*

## A Quantitative Method Supplementing Traditional Soil Erosion Mapping

A. KERÉNYI

Dept. of Geography, L. Kossuth University, Debrecen (Hungary)

### Summary

In the paper four soil erosion maps are presented. The mapping was carried out in the semi-basin of Bodrogkeresztúr, located in the southern part of Tokaj-Hegyalja, Hungary.

In Hungary, on a traditional soil erosion map (Fig. 1, its original scale is 1 : 10 000) 3 grades are used to represent the present state, the result of centuries of erosion. This map was drafted on the basis of data collected from 170 soil profiles and 360 borings. The thickness of non-eroded soil profiles was taken for 100 per cent. The limit values of the three grades of erosion are: 100—70, 70—30 and 30—0 per cent.

The map (Fig. 5, its original scale is 1 : 10 000) drawn on the basis of the frequency of runoff rills shows the mosaic-like pattern of land use, and reflects the different degrees of soil surface protection offered by various plants in early summer. This map shows, in three grades, the frequency of runoff rills caused by a rainfall of 80.6 mm:

- severe erosion: rills formed in 100—75 per cent of the area between the rows of vine-stocks;
- moderate erosion: rills formed in 75—25 per cent of the area between the rows of vine-stocks;
- slight erosion: rills formed in 25—0 per cent of the area between the rows of vine-stocks.

When linear (rill) erosion was mapped with the quantitative method, the sizes of the rills on the plots were measured, and their cross-sections were drawn (Fig. 6). From these data soil loss was calculated and it was represented by a circle proportional in size on each plot (Fig. 7). The quantity of soil accumulated at the base of the slopes was calculated, too. The length and angle of the slope were measured, the method and direction (relative to the slope) of soil cultivation, as well as the vegetation were recorded.

The data obtained from about 210 plots were evaluated by covariance analysis (Tables 2 and 4). The results made it possible to recognize general trends, and to draw objective conclusions relating to given areas. Also soil transport occurring in the investigated area could be quantitatively characterized on the basis of data used for the plotting of the map.

On the 4th map specific values of soil loss are shown (Fig. 8).

On the basis of these four maps the characteristics of soil erosion in the model area were analysed, and the methodological differences, as well as the possibilities of the practical use of the maps were evaluated.

*Table 1.* Precipitation and other meteorological factors influencing soil erosion (1979). Month, day. (2) Air temperature (°C) at 7 a.m., 1 p.m., 7 p.m. and mean. (3) Precipitation, mm. a) traces. (4) Form of precipitation: b) rain; c) sleet; d) snow. (5) Thickness of snow cover (cm) at 7 a.m. (6) Soil temperature at 0 cm (°C) at 7 a.m., 1 p.m., 7 p.m. and mean. (7) Condition of the soil: at 7 a.m., 1 p.m. and 7 p.m.: \* 1: the surface is wet; 2: the surface is wet and it is covered with water; 3: the surface is frozen; 4: the surface is coated with ice or something else but not with snow or melting snow; 5: less than half of the surface is covered with snow or melting snow (either with or without ice); 6: more than half (but not the whole) of the surface is covered with snow or melting snow (either with or without ice); 7: the surface is completely covered with snow or melting snow (either with or without ice); 8: loose, dry, powdery snow covers more than half of the surface.



*Table 2.* A section of data arranged for covariance analysis. (The original Table contained the data of 210 plots.) (1) No. of plot. (2) Soil\*. (3) Cultivation. (4) Slope angle, degree. (5) Length of slope, m. (6) Soil loss,  $m^3$ . (7) Specific value of soil loss,  $m^3/ha$ . (8) Rearrangement of soil within the plot,  $m^3$ . (9) Soil loss from the roads,  $m^3$ . \* Code numbers: (2) Soil: 1: lessivated brown forest soil; 2: lessivated brown forest soil, trenched; 3: deluvial soil; 4: severely eroded stony soil. (3) Cultivation: 1: not cultivated at least for a year; 2: ridged; 3: contour plowing; 4: plowed parallel to the slope.

*Table 3.* Infiltration and permeability (determined with the method of constant water layer) of the more common soils in the semi-basin of Bodrogkeresztúr. (1) Phases of water intake. A. Infiltration, mm/h. a) mean; b) standard deviation; c) coefficient of variation. B. Permeability, mm/h. (2) Lessivated brown forest soil: (3) typical; (4) trenched. (5) Brown forest soil (braunerde). (6) Deluvial soil with thick tilth.

*Table 4.* The results of covariance analysis. A. Group. B. Frequency. C. 1st covariant. a) slope angle, degree; b) standard deviation. D. 2nd covariant. c) length of slope, m. E. Dependent variable. d) volume of soil loss,  $m^3$ . F. Estimated theoretical mean values (the covariant effect was taken into consideration). (1) The soil was not cultivated at least for a year. ABET: lessivated brown forest soil; ABET-R: trenched, lessivated brown forest soil; LH: deluvial soil; EKET: severely eroded stony soil. (2) Ridged cultivation. (3) Contour plowing. (4) Plowed parallel to the slope. (5) Marginal value. (6) Designation. e) cultivation; f) soil; g) cultivation—soil; h) 1st covariant; i) 2nd covariant; j) 1st—2nd covariants. (7) Sum of squares. (8) Degrees of freedom. (9) Mean square. (10) F-probe value. (11) Acceptance probability. (12) Estimation of  $\beta$ .

*Fig. 1.* Soil erosion map of the semi-basin of Bodrogkeresztúr. 1: non-eroded; 2: slightly eroded; 3: moderately eroded; 4: severely eroded soils; 5: accumulation; 6: mine; 7: road; 8: inhabited area.

*Fig. 2.* Soil map of the semi-basin of Bodrogkeresztúr. 1: stony, rocky skeletal soil; 2: mull ranker; 3: braunerde; 4: lessivated brown forest soil; 5: pseudo-gleyic brown forest soil; 6: acidic, non-podzolic brown forest soil; 7: deluvial soil with thin or medium tilth (a) or with thick tilth (b); 8: alluvial soil; 9: alternating occurrence of stony, rocky skeletal soil and mull ranker; 10: soil transported and spread by human agency; 11: road; 12: inhabited area; 13: contour line; 14: the borderline of the trenched area (in 1979).

*Fig. 3.* Sketches of erosion anomalies. A. The soil layer is thicker over the hollow surface of the underlying rhyolite tuff. B. Thicker soil layer formed in the depression of the underlying rhyolite tuff running parallel to the slope. 1: solid rhyolite tuff; 2: different soil horizons (layers).

*Fig. 4.* Slope category map of the semi-basin of Bodrogkeresztúr (drafted by Z. PINCZÉS). 1: 0—5%; 2: 5.1—12%; 3: 12.1—17%; 4: 17.1—25%; 5: over 25%.

*Fig. 5.* Distribution of rill erosion and fresh accumulation in the area due to the effect of 80.6 mm of rain between May 20—25, 1976. (Compiled and drafted by P. CSORBA, A. KERÉNYI, K. MARTON-ERDŐS and Z. PINCZÉS.) 1: slight erosion; 2: moderate erosion; 3: severe erosion; 4: slight accumulation; 5: heavy accumulation.

*Fig. 6.* Rills formed in the upper part of plot No. 54 (see Fig. 7). The width and depth (cm) of a rill are given in the numerator and denominator, resp. Under the fraction the schematic cross-section of the rill is depicted. The arrow indicates the direction of the slope.

*Fig. 7.* Rill erosion in the central and eastern part of the semi-basin of Bodrogkeresztúr between Febr. 18—23, 1979. (The original scale is 1:2880.) The Arabic numerals indicate the identification numbers of the plots. 1: borderline of the plots; 2: severe surface runoff (the width of the arrows reflects approximately the intensity of runoff); 3: slight surface runoff; 4: heavier accumulation (its area can be demarcated easily); 5: scattered patches of accumulation; 6: border of the catchment area; 7: grassy slope; 8: dirt road; 9: eroded ditch; 10: the area of a circle is proportional to the amount of soil lost from a given plot (on the original map  $0.25\text{ cm}^2$ ).

corresponds to 1 m<sup>3</sup> of soil loss); 11: soil loss amounting to or less than 0.2 m<sup>3</sup>; 12: no soil loss occurred; 13: the plot was not surveyed; 14: pseudo-terrace; 15: building.

*Fig. 8.* Specific values of rill erosion (m<sup>3</sup>/ha) in the central and eastern part of the semi-basin of Bodrogkeresztúr between Febr. 18—23, 1979. (The original scale is 1:2880.) 1: slight accumulation (less than 5 m<sup>3</sup>/ha); 2: considerable accumulation (more than 5 m<sup>3</sup>/ha); 3: the plot was not surveyed; 4: building; 5: dirt road; 6: eroded ditch; 7: road; 8: pine-forest.

## Quantitative, das herkömmliche Verfahren ergänzende Kartographierung der Bodenerosion

A. KERÉNYI

Universität „Kossuth Lajos“, Debrecen (Ungarn)

### Zusammenfassung

In der Studie werden vier Bodenerosionskarten angeführt. Die kartographische Aufnahme erfolgte in allen vier Fällen in dem halboffenen Becken von Bodrogkeresztúr, im südlichen Gebiet des Hügellandes von Tokaj-Hegyalja.

Abb. 1. zeigt auf der in Ungarn traditionellen Bodenerosionskarte in drei Stufen die Resultate der seit Jahrhunderten wirkenden, beschleunigten Erosion, bzw. den gegenwärtigen Zustand der erodierten Böden (ursprünglicher Mass-Stab 1:10 000). Die Karte wurde aufgrund der Angaben von 170 Bodenprofilen und 360 Bohrungen angefertigt. Die Mächtigkeit der nicht-erodierten Profile wurde für 100% angenommen. Die Grenzwerte der drei Erosionsstufen betrugen: 100—70%, 70—30%, 30—0%.

Die aufgrund der Dichte der Erosionsrillen konstruierte Karte (Abb. 5.), ebenfalls im Massstab von 1:10 000, widerspiegelt die stark unterschiedliche (mosaikartige) Bodennutzung und beweist damit die stark voneinander abweichende bodenschützende Wirkung der einzelnen Pflanzenarten in der vorsommerlichen Periode. Die Karte zeigt die Häufigkeit der infolge von 80,6 mm Niederschlag entstandenen Rillen in drei Stufen:

- Starke Erosion = Rillen in 100—75% der Weinrebenreihen,
- Mittlere Erosion = Rillen in 75—25% der Weinrebenreihen,
- Schwache Erosion = Rillen in 25—0% der Weinrebenreihen.

Gelegentlich der quantitativen Kartierung der Rillenerosion wurden die Abmessungen der Erosionsrillen in den Parzellen bestimmt, und der Querschnitt der Rillen wurde in Form einer Zeichnung festgehalten (Abb. 6.). Aus den Angaben wurde der Bodenverlust berechnet, den wir in Form von das Ausmass der Erosion angegebenden Kreisen dargestellt haben (Abb. 7.). Es wurde auch das Volumen des akkumulierten Bodens berechnet. Wir haben die Neigung und Länge der Abhänge gemessen, und die Art und Richtung der Bodenbearbeitung, sowie die Art der angebauten Pflanzen aufgezeichnet. Die Bodenerosion ist unter den in Tab. 1. mitgeteilten meteorologischen Verhältnissen zustande gekommen.

Die Angaben von ungefähr 210 Parzellen wurden mittels einer Kovarianz-Analyse bearbeitet (Tab. 2. und 4.). Die Resultate waren sowohl für die Feststellung von allgemeineren (tendenziellen) Gesetzmässigkeiten, wie auch für objektive Folgerungen betreffs der konkreten Gebiete geeignet. Die Datenbasis der Karte ermöglichte auch eine quantitative Charakterisierung des auf dem untersuchten Gebiet sich abspielenden Materialtransportes.

Karte 4 veranschaulicht die spezifischen Werte des Bodenverlustes (Abb. 8.).

Aufgrund dieser vier Karten wurden die Charakteristika der Bodenerosion des untersuchten Gebietes analysiert und die methodologischen Unterschiede der Karten, wie auch die Möglichkeiten ihrer praktischen Verwendbarkeit ausgewertet.

*Tab. 1.* Angaben über die eine Bodenerosion verursachenden Niederschläge und über die die Bodenerosion beeinflussenden meteorologischen Faktoren im Jahre 1979. (1) Monat, Tag. (2) Lufttemperatur, °C, um 7 Uhr, um 13 Uhr, um 19 Uhr, Mittelwert. (3) Niederschlag, mm. a) in Spuren. (4) Form des Niederschlags: b) Regen; c) Schneeregen; d) Schnee. (5) Mächtigkeit der Schneedecke, cm, um 7 Uhr. (6) Bodentemperatur auf der Bodenoberfläche (bei 0 cm), °C, um 7 Uhr, um 13 Uhr, um 19 Uhr, Mittelwert. (7) Zustand des Bodens. \* 1: Bodenoberfläche feucht; 2: Bodenoberfläche nass, das Wasser steht darauf; 3: Bodenoberfläche gefroren; 4: Eisschicht auf dem Boden, aber kein Schnee oder Schmelzschnee; 5: Schnee oder Schmelzschnee (mit oder ohne Eis) bedeckt weniger als die Hälfte der Bodenoberfläche; 6: Schnee oder Schmelzschnee (mit oder ohne Eis) bedeckt mehr als die Hälfte, aber nicht die ganze Bodenoberfläche; 7: Schnee oder Schmelzschnee (mit oder ohne Eis) bedeckt die ganze Bodenoberfläche; 8: lockerer, trockener Pulverschnee bedeckt mehr als die Hälfte der Bodenoberfläche.

*Tab. 2.* Ein Teil der für die Kovarianz-Analyse geordneten Angaben. (Die Originaltabelle enthält die Angaben von 210 Parzellen.) (1) Nummer des Feldes. (2) Code und Benennung des Bodens. (3) Code der Bodenbearbeitungsart, (4) Gefälle des Abhanges, Grad. (5) Länge des Abhanges, m. (6) Volumen des abgetragenen Bodens, m<sup>3</sup>. (7) Spezifisches Volumen des abgetragenen Bodens, m<sup>3</sup>/ha. (8) Umlagerung des Bodens binnen einer Parzelle, m<sup>3</sup>. (9) Menge des von den Wegen abgetragenen Bodens, m<sup>3</sup>. \* Code-Zahlen: zu Punkt (2): 1: Parabraunerde; 2: rigolte Parabraunerde; 3: Kolluvium; 4: stark erodierter Gesteinsboden. zu Punkt (3): 1: seit wenigstens einem Jahr nicht bearbeitet; 2: Kammbau; 3: Hangpflug; 4: Pflug in Richtung des Abhanges.

*Tab. 3.* Angaben über Wassersaugfähigkeit und Wasserdurchlässigkeit der wichtigeren Böden des halboffenen Beckens von Bodrogkeresztúr. (1) Perioden der Wasseraufnahme: A) Wasseraufnahme (Ansaugen), a) mathematischer Mittelwert; b) Streuung; c) Variationskoeffizient; B) Wasserdurchlässigkeit. (2) Parabraunerde. (3) Typischer. (4) Rigolte. (5) Ramann'scher brauner Waldboden. (6) Kolluvium mit mächtiger Ackerkrume.  $\bar{x}$ : mathematischer Mittelwert; s: Streuung; s% = Variationskoeffizient.

*Tab. 4.* Ergebnisse der Kovarianz-Analyse. A. Gruppe. (1) Seit wenigstens einem Jahr nicht bearbeiteter Boden. ABET: Parabraunerde; ABET-R: rigolte Parabraunerde; LH: Kolluvium; EEKT: stark erodierter Gesteinsboden. (2) Kammbau. (3) Hangpflug. (4) Pflug in Richtung des Abhanges. (5) Marginal-Wert. B. Häufigkeit. C. 1. Kovariant. a) Gefälle des Abhanges; b) Streuung. D. 2. Kovariant. c) Länge des Abhanges, m. E. Abhängige Variable. d) Volumen des abgetragenen Bodens, m<sup>3</sup>. F. Theoretische Mittelwerte, geschätzt bei in Betrachtnahme des Kovarianteneinflusses. (6) Benennung. e) Bearbeitung des Bodens; f) Bodentyp; g) Bearbeitung—Bodentyp; h) 1. Kovariant; i) 2. Kovariant; j) 1—2. Kovariant. (7) Summe der Quadrate. (8) Freiheitsgrad. (9) Quadratischer Mittelwert. (10) Wert der F-Probe. (11) Wahrscheinlichkeit der Annahme. (12) Schätzung des  $\beta$ -Wertes.

*Abb. 1.* Bodenerosionskarte des halboffenen Beckens von Bodrogkeresztúr. 1: nicht-erodierte Böden; 2: schwach erodierte Böden; 3: mittelmässig erodierte Böden; 4: stark erodierte Böden; 5: Anhäufung; 6: Bergwerk; 7: Landstrasse; 8: bebautes Gebiet.

*Abb. 2.* Bodenkarte des halboffenen Beckens von Bodrogkeresztúr. 1: steiniger, felsiger Skelettboden; 2: Mullranker; 3: Braunerde; 4: Parabraunerde; 5: Pseudogley brauner Waldboden; 6: saurer, nicht podsolierter brauner Waldboden; 7: Kolluvium; a) mit dünner oder mittlerer Ackerkrume, b) mit mächtiger Ackerkrume; 8: Alluvialboden; 9: abwechselnd steiniger, felsiger Skelettboden und Mullranker; 10: aufgetragener Boden; 11: Landstrasse; 12: bebautes Gebiet; 13: Höhenlinie; 14: Grenze des grossbetrieblich rigolten Gebietes (Zustand im Jahre 1979).

*Abb. 3.* Skizzen der Erosionsanomalien. A) Bodenanhäufung über der konkaven Oberfläche des Rioltuff-Gesteins. B) In der in Hangrichtung liegenden Vertiefung des Rioltuff-Grundgesteins hat sich eine mächtigere Bodenschicht gebildet. 1: massives Rioltuff-Gestein; 2: verschiedene Bodenhorizonte (Schichten).

*Abb. 4.* Karte der Hangkategorien im halboffenen Becken von Bodrogkeresztúr (Zusammengestellt von Z. PINCZÉS). 1: 0—5%; 2: 5,1—12%; 3: 12,1—17%; 4: 17,1—25%; 5: über 25%.

*Abb. 5.* Rillenerosion infolge von 80,6 mm Niederschlag (gefallen zwischen dem 20. und 25. Mai 1976), sowie Oberflächenverteilung der frischen Akkumulation (aufgenommen und zusammengestellt von P. CSORBA, A. KERÉNYI, K. MARTON-ERDŐS, Z. PINCZÉS). 1: schwache Erosion; 2: mittelmässige Erosion; 3: starke Erosion; 4: schwache Akkumulation; 5: starke Akkumulation.

*Abb. 6.* Erosionsrillen im oberen Abschnitt der Parzelle Nr. 54 (s.: Abb. 7.). Im Zähler die Rillenbreite (cm), im Nenner die Rillentiefe (cm), unter dem Bruch ist die schematische Abbildung des Rillenquerschnittes angeführt. Der Pfeil bezeichnet die Richtung des Gefälles.

*Abb. 7.* Ausbreitung der Rillenerosion im mittleren und östlichen Teil des halboffenen Beckens von Bodrogkeresztúr zwischen dem 18. und 23. Februar 1979. (Massstab der Originalkarte: 1:2880.) Die arabischen Zahlen bezeichnen die Parzellen. 1: Parzellengrenze; 2: starker Abfluss auf der Oberfläche (Die Stärke des Pfeils weist auf die Intensität des Abflusses hin.); 3: schwacher Abfluss auf der Oberfläche; 4: bedeutendere Akkumulation (gut abgrenzbar); 5: Akkumulationsflecken, zerstreut; 6: Grenze des Wassereinzugsgebietes; 7: grasige Böschung; 8: Feldweg; 9: Erosionsgraben; 10: die Kreisfläche ist proportional mit dem Volumen des abgetragenen Bodens der betreffenden Parzelle (auf der Originalkarte entsprechen  $0,25 \text{ cm}^2 = 1 \text{ m}^3$  Boden); 11: das Volumen des abgetragenen Bodens beträgt  $0,2 \text{ m}^3$  oder weniger; 12: keine Erosion; 13: das Volumen des abgetragenen Bodens wurde auf der betreffenden Parzelle nicht bestimmt; 14: Pseudo-Terrasse; 15: Gebäude.

*Abb. 8.* Spezifische Werte der Rillenerosion (in  $\text{m}^3/\text{ha}$ ) im mittleren und östlichen Teil des halboffenen Beckens von Bodrogkeresztúr zwischen dem 18. und 23. Februar 1979. (Massstab der Originalkarte: 1:2880.) 1: Akkumulation von geringem Ausmass (weniger als  $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ ); 2: bedeutende Akkumulation (mehr als  $5 \text{ m}^3/\text{ha}$ ); 3: das Volumen des abgetragenen Bodens wurde auf der betreffenden Parzelle nicht bestimmt; 4: Gebäude; 5: Feldweg; 6: Erosionsgraben; 7: Landstrasse; 8: Nadelwald.

## Традиционное и дополнительное количественное картирование почвенной эрозии

А. КЕРЕНИ

Университет им. Л. Кошута, Дебрецен (Венгрия)

### Резюме

В работе демонстрируются четыре карты эрозии почв. Картирование во всех случаях вели в полубассейне Бодрогкерестур, расположенном в южной части подножья Токая.

Венгерская традиционная карта почвенной эрозии (Рис. 1) в трех степенях показывает результаты ускорившихся процессов эрозии, проходящих в продолжении нескольких столетий, эродированность почв в настоящее время. (Действительный масштаб карты: 1 : 10 000). Карту составили по результатам исследований 170 почвенных

разрезов и 360 буровых скважин. Мощность незэродированных почв приняли за 100%. Предельные величины трех степеней эродированности: 100—70, 70—30, 30—0%.

Карта также в масштабе 1:10 000 (Рис. 5), составленная на основе частоты встречаемости эрозионных борозд, отражает мозаичность хозяйственного использования почв, подтверждая этим различное защитное влияние, оказываемое на почву растительным покровом в начале лета.

Карта в трех градациях показывает частоту встречаемости эрозионных борозд, образовавшихся при выпадении 80,6 мм дождевых осадков:

— Сильная эрозия = в виноградниках эрозионная борозда встречается на 100—75%-ах междурядий;

— Средняя эрозия = в виноградниках эрозионная борозда встречается на 75—25%-ах междурядий;

— Слабая эрозия = в виноградниках эрозионная борозда встречается на 25—0%-ах междурядий.

При квантитативном картировании бороздовой эрозии на делянках определили размеры борозд и зарисовали их поперечное сечение (Рис. 6). По результатам рассчитали смыв почвы, который по отдельным делянкам изобразили в виде окружностей, площадь которых соответствовала размерам эрозии (Рис. 7). Рассчитали также объем аккумулярованной почвы. Измерили крутизну склона, его длину, зафиксировали способ обработки почвы, направление и выращиваемую культуру. Эрозия почвы возникла в метеорологических условиях указанных в таблице № 1.

Ковариационным анализом обработали данные для 210 делянок. (Табл. 2. и 4). Полученные результаты могли использовать как для установления общих (тенденционных) закономерностей, так и для объективных заключений в отношении конкретных территорий. Данные карты позволили количественно охарактеризовать транспорт материала на изученной территории.

На четвертой карте показаны удельные величины сноса почвы (Рис. 8).

На основе четырех карт показаны характерные черты процесса эрозии, оценены методические различия карт и возможности их практического применения.

*Табл. 1.* Данные, относящиеся к метеорологическим факторам влияющим на эрозию почв и количество осадков, вызвавшее этот процесс (1979): (1) Месяц, день. (2) Температура воздуха, °С, утром в 7 часов, в час после полудня, в 7 часов вечера и среднее. (3) Осадки, мм. а) весьма незначительное количество. (4) Форма осадков: б) дождь; с) снежный дождь; д) снег. (5) Мощность снежного покрова см, в 7 часов утра. (6) Температура почвы на поверхности, °С, в 7 часов утра, в час после полудня, в 7 часов вечера, среднее. (7) Состояние почвы. \* Состояние почвы: 1: поверхность почвы влажная; 2: поверхность почвы мокрая, на поверхности стоит вода; 3: поверхность почвы замерзшая; 4: на поверхности в почве лёд, но не снег и тающий снег; 5: Снег или тающий снег (со льдом или без льда), покрывающий более половины поверхности почвы, но не всю поверхность; 7: снег или тающий снег (со льдом или без льда), полностью покрывающий почву; 8: рыхлая, сухая снежная пыль, покрывающая более половины почвенной поверхности.

*Табл. 2.* Часть данных систематизированных для ковариационного анализа (Исходная таблица содержит данные, относящиеся к 210 делянкам). (1) Номер поля. (2) Почва. (3) Обработка. (4) Крутизна склона, градус. (5) Длина склона, м. (6) Снесенная почва, м<sup>3</sup>. (7) Удельная величина смыва почвы, м<sup>3</sup>/га. (8) Перенос материала в пределах делянки. (9) Смыв почвы с дорог, м<sup>3</sup>. \* Кодовые числа: (2) Почва: 1: иллиммеризованная бурая лесная почва; 2: Плантажированная иллиммеризованная бурая лесная почва; 3: Склоновые наносы; 4: Сильно эродированная каменистая почва. (3) Обработка: 1: Не

обрабатывалась по крайней мере один год; 2: Обработка с образованием валков; 3: Горизонтальная обработка; 4: Обработка в направлении склона.

Табл. 3. Водопроницаемость и фильтрация воды в наиболее важных почвах полубассейна Бодрогкерестур, определенные методом заливаемых квадратов. (1) Этапы усвоения воды. А) Поглощение воды, а) Среднее математическое; б) Рассеивание; с) Коэффициент вариации. В) Водопроницаемость. (2) Иллимеризованная бурая лесная почва. (3) Типичная. (4) Плантажированная. (5) Бурая лесная почва по Раманну. (6) Мощная почва склоновых наносов.  $\bar{X}$  = средняя математическая величина;  $s$  = рассеивание;  $s\%$  = коэффициент вариации.

Табл. 4. Результаты ковариационного анализа. А. Группа (1) Почва не обрабатываемая по крайней мере один год. АВЕТ: иллимеризованная бурая лесная почва; АВЕТ-Р: плантажированная разновидность иллимеризованной бурой лесной почвы; ЛН: почва склоновых наносов; ЕЕКТ: сильно эродированная каменистая почва. (2) Обработка почвы при образовании валов. (3) Обработка почвы по горизонталям. (4) Вспашка по направлению склона. (5) Маргинальная величина. В. Частота. С. I. ковариант. а) крутизна склона; б) рассеивание. D. 2. ковариант. с) длина склона, м. Е. Зависимая переменная. d) объем снесенной почвы, м<sup>3</sup>. F. Теоретические средние величины оцененные с учетом ковариантного влияния. (6) Название. е) обработка; f) почва; g) обработка — почва; h) 1. ковариант; i) 2. ковариант; j) 1—2. коварианты. (7) Квадратичная сумма. (8) Степень свободы. (9) Среднее квадратичное. (10) Величины F-пробы. (11) Вероятность принятия. (12) Бета оценка.

Рис. 1. Эрозионная карта полубассейна Бодрогкерестура. 1: Неэродированные почвы. 2: Слабоэродированные почвы. 3: Среднеэродированные почвы. 4: Сильноэродированные почвы. 5: Аккумуляция. 6: Карьер. 7: Шоссе. 8: Застроенные территории.

Рис. 2. Почвенная карта полубассейна Бодрогкерестура. 1: Каменистые, скалистые скелетные почвы. 2: Мульранкер. 3: Бурозем. 4: Иллимеризованная бурая лесная почва. 5: Псевдоглеевая бурая лесная почва. 6: Кислая, неподзолистая бурая лесная почва. 7: Почва склоновых наносов, а) с тонким или средним плодородным слоем; б) с мощным плодородным слоем. 8: Аллювиальная почва. 9: В комплексе каменистые, скалистые почвы и мульранкер. 10: Искусственно нанесенная почва. 11: Шоссе. 12: Застроенные территории. 13: Горизонталы. 14: Границы плантажированных почв (состояние в 1979 году).

Рис. 3. Схема эрозионных аномалий. А) Мощность почвенного слоя над выпуклой поверхностью риолитового туфа. В) Почва образованная в углублении риолитового туфа, образовавшемся в направлении склона. 1: Уплотненный риолитовый туф. 2: Различные горизонты (слои) почв.

Рис. 4. Карта склоновых категорий полубассейна Бодрогкерестура (Составил: З. Пинчеш). 1: 0—5%; 2: 5,1—12%; 3: 12,1—17%; 4: 17,1—25%; 5: выше 25%.

Рис. 5. Бороздовая эрозия, начавшаяся под влиянием выпадения 80,6 мм осадков в период между 20—25 мая 1976 г. и территориальное распределение свежих наносов. (Съемку провели и составили карту: П. Чорба, А. Керени, К. Мартон-Эрдьш, З. Пинчеш). 1: Слабая эрозия. 2: Средняя эрозия. 3: Сильная эрозия. 4: Слабая аккумуляция. 5: Сильная аккумуляция.

Рис. 6. Эрозионные борозды в верхней части 54. делянки (смотри рис. 7). В числителе дроби ширина борозды (см), в знаменателе глубина борозды (см), под дробью видно схематическое изображение поперечного сечения борозды. Стрелка означает направление склона.

Рис. 7. Территориальное распределение бороздовой эрозии в средней и восточной части полубассейна Бодрогкерестура, 18—23 февраля 1979 года (Масштаб исходной карты 1:2880). Арабские цифры обозначают делянки. 1: Границы делянок. 2: Сильный



поверхностный сток (толщина стрелки отражает интенсивность стока). 3: Слабый поверхностный сток. 4: Более значительная аккумуляция (хорошо ограничиваемая в пространстве). 5: Отдельные пятна аккумуляции. 6: Границы водосборной территории. 7: Травяные откосы. 8: Грунтовая дорога. 9: Эрозионная канава. 10: Площадь круга соответствует объему почвы смытой с определенной делянки (на исходной карте  $0,25 \text{ см}^2$  соответствуют  $1 \text{ м}^3$ ). 11: Смыв почвы составляет  $0,2 \text{ м}^3$  или меньше. 12: Смыва нет. 13: На делянке измерений не проводили. 14: Ложная терраса. 15: Здание.

*Рис. 8.* Удельные величины бороздовой эрозии ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) в средней и восточной части полубассейна Бодрогкерестура, 18—23 февраля 1979 года (Масштаб исходной карты 1:2880). 1: Незначительная аккумуляция (меньше  $5 \text{ м}^3/\text{га}$ ). 2: Значительная аккумуляция (больше  $5 \text{ м}^3/\text{га}$ ). 3: На делянке измерений не вели. 4: Здание. 5: Грунтовая дорога. 6: Эрозионная канава. 7: Шоссе. 8: Хвойный лес.